

носительной продолжительности стока  $x=t/\tau$ , соответствующие различным значениям  $M$ .

Расходы воды  $Q_t$  и время стока  $t$  определяются по формулам

$$Q_t = yQ_m, \quad (47)$$

$$t = x\tau. \quad (48)$$

Уравнения (44) и (45), а также табл. 4 составлены с таким расчетом, чтобы объем стока по гидрографу был равен объему стока воды за паводок.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексеев Г. А. Объективные статистические методы определения характеристик ливневых осадков. — Метеорология и гидрология, 1966, № 7, с. 22—27.
2. Алексеев Г. А. Генетико-статистический метод определения вероятных максимальных расходов воды. — Труды ГГИ, 1954, вып. 43(97), с. 5—21.
3. Алексеев Г. А. Расчеты паводкового стока рек СССР. — Л.: Гидрометеонздат, 1955. — 198 с.
4. Денисов В. М. О расчете дождевых паводков с малых водосборов Средней Азии. — Метеорология и гидрология, 1975, № 7, с. 81—90.
5. Денисов В. М. О средней скорости равномерного движения безнапорных турбулентных водотоков. — Труды САНИИ Госкомгидромета, 1982, вып. 94(175), с. 66—74.
6. Денисов В. М. Определение параметров водопроницаемости почвогрунтов по кривым неустановившейся инфильтрации. — Метеорология и гидрология, 1978, № 12, с. 74—82.
7. Каталог по максимальному дождевому стоку рек СССР. — Л.: Гидрометеонздат, 1972. — 131 с.
8. Материалы по расчетным характеристикам дождевых осадков / Под ред. А. И. Чеботарева. — Л.: Гидрометеонздат, 1969. — 396 с.
9. Определение расчетных гидрологических характеристик. СНиП 2.01.14—83. Государственный Комитет СССР по делам строительства. — М., 1983. — 93 с.
10. Указания по определению расчетных гидрологических характеристик. СН 435—72. — Л.: Гидрометеонздат, 1972. — 18 с.

*В. Г. ГАПИШКО, Т. И. ГОНЧАРОВА,  
Н. И. ДАРВИНА, М. А. ЗЕЛЕНИНА*

### К ОЦЕНКЕ ИСПАРЕНИЯ В БАССЕЙНЕ р. СЫРДАРЬИ

Бассейн р. Сырдарьи представлен двумя существенно различными по рельефу частями: горной областью и выположенной территорией. В связи с этим испарение рассмотрено отдельно в каждой из указанных частей. Расчет испарения в зоне орошения (до отметки 700 м) выполнен методом САНИИ [3], в зоне естественных условий (в интервале 700—3000 м) — методом Ю. Н. Иванова [2], выше 3000 м — И. С. Соседова и Л. Н. Филатовой [4]. Расчет произведен на основе данных наблюдений 64 метеорологических станций по административным областям.



Преобладающей сельскохозяйственной культурой в бассейне р. Сырдарьи является хлопчатник. Расчет месячного испарения с хлопковых полей произведен методом, основанным на массовой информации о температуре и влажности воздуха, пригодным для любого периода и района хлопкосеяния Средней Азии. Период, свободный от снежного покрова, выделялся по датам образования и разрушения устойчивого снежного покрова. По 16 метеостанциям расчет выполнен помесечно за каждый год. Сопоставление испарения, рассчитанного по отдельным годам, с величинами, полученными по многолетним данным для года, показало расхождение в 3%, в марте и апреле — 18%, во всех остальных месяцах — менее 10%. Поэтому по 10 метеостанциям испарение вычислено по многолетним значениям исходных данных. В связи с неоднородностью ряда наблюдений выполнено сравнение значений испарения за 1930—1980 гг. с периодами 1940—1980 и 1960—1980 гг. Расхождение не превышает 10%.

В основе метода расчета испарения в естественных условиях лежит зависимость месячных величин испарения от среднемесячной температуры воздуха и суммы осадков за месяц. Расчет выполнен по данным 32 станций. Месячные суммы атмосферных осадков получены на основе наблюдений по дождемеру с защитой Нифера и по осадкомеру Третьякова. При измерении осадков обоими приборами имеют место систематические ошибки. По трем станциям данные наблюдений по дождемеру Нифера приведены к показаниям осадкомера Третьякова (поправка  $k_1$ ); в данные осадков всех станций введена поправка на ветровой недоучет  $k_2$  и на смачивание осадкомерного ведра  $k_3$ .

На испарение конкретного месяца влияет увлажнение предыдущего периода. Ю. Н. Ивановым это увлажнение учитывалось косвенно. В расчетах принималось, что не все осадки, выпавшие в предыдущий месяц, испарились в тот же месяц. Расчетная месячная сумма осадков  $X_{pi}$  определялась по формуле

$$X_{pi} = X_i - \frac{1}{6} X_i + \frac{1}{6} X_{i-1} = 0,167 (5 X_i + X_{i-1}). \quad (1)$$

Здесь  $X_i$  — осадки данного месяца,  $X_{i-1}$  — осадки предшествующего месяца.

По пяти станциям рассчитаны месячные значения испарения каждого года. Сравнение последних с величинами, определенными по многолетним исходным данным, дает следующие результаты: расхождение годовых значений не превышает 5%, для месячных — 13%. Для остальных 29 станций испарение определено по многолетней исходной информации. Расхождение в значениях испарения при сравнении за периоды 1930—1980 с 1930—1963, 1951—1980 и 1960—1980 гг. не превышает 10%.

Выше 3000 м испарение рассчитано по данным шести метеостанций в зависимости от осадков и экспозиции склона [4].

Расчет испарения по областям выполнен методом взвешива-



ния с учетом площадей, тяготеющих к станциям. Площади  $f_i$ , относящиеся к каждой станции, определены с помощью палетки и выражены в долях от общей площади бассейна ( $k_i = \frac{f_i}{F}$ ). Средневзвешенные величины испарения  $E$  вычислены по формуле

$$\bar{E} = E_1 k_1 + E_2 k_2 + \dots + E_n k_n = \sum_{i=1}^n E_i k_i. \quad (2)$$

Здесь  $n$  — число станций, по которым рассчитано испарение для конкретной области. Величины испарения по областям с орошаемой территории близки к рассчитанным по ирригационным районам.

В зоне орошения кроме хлопчатника возделываются и другие сельскохозяйственные культуры. Рассчитанные значения испарения с хлопкового поля отличаются от испарения с комплексного гектара не более чем на 40 мм, что составляет менее 5%. Только в Кызылординской области, где хлопчатник не выращивается, испарение рассчитано с комплексного гектара. В Чимкентской и Кызылординской областях на территории, занятой песками, где грунтовые воды залегают глубоко, испарение с песков принято равным осадкам. Учитывалось также испарение с водохранилищ: Кайраккумского и Чардаринского — по данным А. М. Никитина, с озер Арнасайского комплекса — по данным Н. Е. Горелкина и И. Б. Милькис.

Для зимнего периода в высокогорных и среднегорных областях испарение с поверхности снега принято равным 9% годовых осадков, для низкорасположенных — от 5 до 2% (В. Г. Гапишко, 1984 г.).

Таким образом, испарение по отдельным областям состоит из испарения с естественных подстилающих поверхностей (выше 700 м), с орошаемых площадей, с водной поверхности, с песков и с поверхности снежного покрова. Суммарная взвешенная величина испарения помещена в таблице; там же помещены значения осадков, средние по областям. Как видно из таблицы, наибольшее годовое испарение — в Кызылординской области, наименьшее — в Иссыккульской, наиболее высоко расположенной.

Режим увлажнения бассейна Сырдарьи крайне разнообразен, что обусловлено разнообразием рельефа и ориентацией склонов по отношению к влажным воздушным массам. Осадки для бассейна рассчитаны по 210 пунктам наблюдений стационарной сети и 11 суммарным осадкомерам (с корректировкой по методике ГГО).

Как правило, метеорологические пункты наблюдений располагаются ниже зоны выпадения основных осадков региона. Для восполнения недостающих данных с помощью гляциологической (каталоги ледников) и метеорологической информации выполнен расчет многолетней годовой величины аккумуляции—абляции на



границе питания ледников по формуле В. Г. Ходакова и А. Н. Кренке [1]:

$$A_{\text{мм}} = 1,33 (T_{\text{л}} + 9,66)^{2,35}, \quad (3)$$

где  $A_{\text{мм}}$  — аккумуляция—абляция,  $T_{\text{л}}$  — средняя температура воздуха на фирновой границе за июль—август. Температура метеостанции приведена к средней нижней границе ледников с учетом вертикального температурного градиента, равного  $6,3^{\circ}\text{C}$  на 1 км. При расчете температуры на границе ледника необходим учет температурного скачка; он был принят равным  $1^{\circ}\text{C}$  [1].

Средние многолетние осадки  
и испарение в бассейне р. Сырдарьи

Область	Осадки за год, мм	Испарение, мм			
		летнее		зимнее	за год
		на оро- шаемой террито- рии	в естествен- ных условиях		
Иссыккульская	522		126	47	173
Сусамыр	603		173	54	227
Нарынская	500		216	45	261
Таласская	864		329	78	407
Ошская	685		335	62	397
Андижанская	295	980		6	986
Наманганская	203	1009	460	10	775
Ферганская	171	974		9	980
Сырдарьинская	370	966		7	973
Джизакская	385	988	347	8	851
Ташкентская	716	968	434	50	733
Ленинабадская	275	1013	201	14	460
Чимкентская	378	833	460	23	526
Кзылординская	152	1116	152	3	232
Среднее взвешенное для бассейна	364	672	227	24	338

Важной компонентой оледенения является лавинный и метелевый перенос. Поэтому вычисленная величина абляции и равная ей аккумуляция помимо фоновой величины твердых осадков включает осадки, обусловленные перераспределением снега. Для перехода к годовым суммам осадков использован коэффициент концентрации снега  $k_c = 1,55$  и  $1,20$  (по данным А. С. Щетинникова).

По административным областям расчет осадков выполнен методом взвешивания. Установлено, что наиболее увлажненными в бассейне являются Таласская, Ташкентская, Ошская области и Сусамыр — 864, 716, 685 и 603 мм соответственно. Иссыккульская и Нарынская области получают меньше осадков — 522 и 500 мм. В Джизакской, Чимкентской, Сырдарьинской, Андижанской, Ленинабадской и Наманганской областях выпадает еще меньше осадков — 385, 378, 370, 295, 275 и 203 мм. Наименее увлажнен-

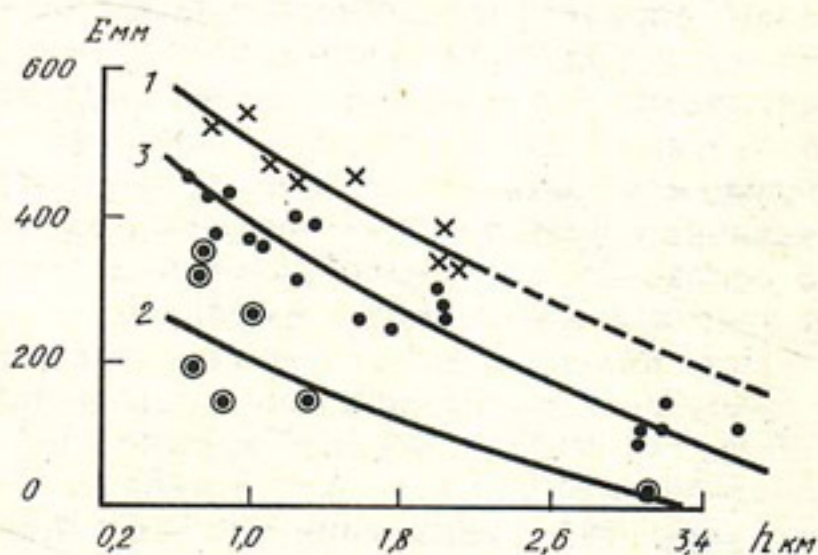


ные области бассейна — Ферганская и Кызылординская — 171 и 152 мм/год.

На основе рассчитанных осадков в зоне естественных условий (по пяти верхним областям) проверено испарение по уравнению водного баланса: рассчитанное испарение изложенным выше способом меньше определенного по уравнению водного баланса на 16%, а среднее испарение всего бассейна больше на 23%.

Изменение с высотой летнего испарения в бассейне р. Сырдарьи (в зоне естественных условий):

1 — Ташкентская и Таласская области, верховья бассейна р. Арысь; 2 — Ленинабадская и Джизакская области; 3 — остальная территория бассейна р. Сырдарьи



Недостатком в проведенных расчетах методом взвешивания является неучет высотной закономерности. На высотной зависимости испарения в зоне естественных условий (рисунок) выделяются три района, обусловленные степенью увлажненности. Первый район с высоким испарением (360—540 мм), второй — с умеренным (120—450 мм), третий — с незначительным (150—360 мм).

Таким образом, впервые для всей территории бассейна Сырдарьи по административным областям выполнен расчет осадков и суммарного испарения и выявлено высотное распределение испарения в зоне естественных условий. Установлено, что наиболее увлажненными и имеющими наибольшее испарение являются Ташкентская и Таласская области, наименее увлажнены Кызылординская и Ферганская.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дополнение к программе и методическим указаниям по составлению Атласа снежно-ледовых ресурсов мира. — Материалы гляциологических исследований. Хроника. Обсуждения, 1980, вып. 39, с. 8—30.
2. Иванов Ю. Н. Метод расчета месячных сумм испарения с поверхности. — Труды САРНИГМИ, 1975, вып. 25 (106), с. 49—62.
3. Иванов Ю. Н. Эмпирический метод расчета месячных сумм испарения с полей хлопчатника. — Труды САНИИ Госкомгидромета, 1982, вып. 89 (170), с. 74—82.
4. Соседов И. С., Филатова Л. Н. Летнее суммарное испарение в среднегорном поясе Заилийского Алатау и влияние на него экспозиции склонов. — В кн.: Гидрофизические исследования в горных районах Казахстана. Алма-Ата, Наука, 1969, с. 67—80.